

Trabajo Fin de Grado

Variante de la línea convencional de ferrocarril
Teruel-Valencia del P.K. 11+000 al P.K. 16+000

Autor

Beatriz Bernad Serrano

Director

Rosa Victoria Vicente Vas

Escuela Universitaria Politécnica La Almunia
2015



**ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA
DE LA ALMUNIA DE DOÑA GODINA (ZARAGOZA)**

DOCUMENTO Nº 1: MEMORIA Y ANEJOS A LA MEMORIA

MEMORIA

Variante de la línea convencional de
ferrocarril Teruel-Valencia del P.K. 11+000
al P.K. 16+000

423.13.97

Autor: Beatriz Bernad Serrano

Director: Rosa Victoria Vicente Vas

Fecha: 09/2015

INDICE DE CONTENIDO

1.	RESUMEN	1
2.	ABSTRACT	2
3.	INTRODUCCIÓN	3
4.	RESÚMENES DE LOS ANEJOS	4
4.1.	ANTECEDENTES	4
4.2.	SITUACIÓN ACTUAL	4
4.3.	OBJETO DEL PROYECTO	4
4.4.	JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA	4
4.5.	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	5
4.5.1.	<i>Descripción general</i>	5
4.5.2.	<i>Cartografía y topografía</i>	5
4.5.3.	<i>Geología e hidrogeología</i>	5
4.5.3.1.	Geología	6
4.5.3.2.	Hidrogeología	6
4.5.4.	<i>Climatología</i>	6
4.5.5.	<i>Trazado y replanteo</i>	7
4.5.5.1.	Trazado en planta	7
4.5.5.2.	Trazado en alzado	8
4.5.6.	<i>Replanteo</i>	8
4.6.	MOVIMIENTO DE TIERRAS	8
4.7.	HIDROLOGÍA Y DRENAJE	8
4.7.1.	<i>Introducción</i>	9
4.7.2.	<i>Fases</i>	9
4.7.3.	<i>Drenaje transversal</i>	9
4.7.4.	<i>Drenaje longitudinal</i>	10
4.8.	ESTRUCTURAS	10
4.9.	TÚNELES	10
4.10.	PLATAFORMA Y SUPERESTRUCTURA	10
4.10.1.	<i>Introducción</i>	11
4.10.2.	<i>Tipologías de superestructura</i>	11
4.10.3.	<i>Trafico de diseño</i>	11

INDICES

4.10.4.	<i>Superestructura</i>	12
4.10.5.	<i>Secciones tipo</i>	13
4.11.	GESTIÓN DE RESIDUOS	14
4.11.1.	<i>Introducción</i>	14
4.11.2.	<i>Identificación de residuos generados</i>	14
4.11.3.	<i>Medidas para la prevención de residuos</i>	15
4.11.4.	<i>Operaciones de reutilización, valorización o eliminación</i>	16
4.11.5.	<i>Medidas para la separación de los residuos</i>	18
4.11.6.	<i>Valoración del coste</i>	19
4.12.	JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS	19
4.12.1.	<i>Justificación de precios de los materiales</i>	19
4.12.2.	<i>Justificación de precios de mano de obra</i>	19
4.12.3.	<i>Justificación de precios de maquinaria</i>	20
4.12.4.	<i>Otros costes</i>	20
5.	RESUMEN DE LOS RESTANTES DOCUMENTOS	21
5.1.	PLANOS	21
5.2.	PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES	21
6.	PLAZO DE EJECUCIÓN DE LA OBRA	25
7.	CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA	26
8.	REVISIÓN DE PRECIOS	27
9.	DOCUMENTOS DEL PROYECTO	28
10.	CONSIDERACIÓN FINAL	29
11.	CONCLUSIONES	30
12.	BIBLIOGRAFÍA	31

1. RESUMEN

Como el propio nombre indica, este TFG estudia la realización de una variante del tramo ya existente de la línea convencional Teruel-Valencia del P.K. 11+000 al P.K. 16+000, la cual está situada en el término municipal de Calamocha.

El problema se debe a una inestabilidad en el terraplén de esta línea en el P.K. 13+000 al P.K. 14+000, cuyo mantenimiento anual supone un gasto importante.

Por este motivo se replantea una variante a este tramo que a su vez incrementara la seguridad, velocidad y confort de la línea.

Mediante el programa ISTRAM/ISPOL se ha estudiado cual sería la mejor alternativa para replantear la vía. Se han realizado los cálculos oportunos para su construcción según la normativa vigente y se ha representado gráficamente la solución propuesta.

Se ha obtenido un nuevo trazado del tramo sugerido que cumple con la normativa en vigor. Sin embargo no se ha conseguido darle una velocidad total a la línea de 200km/h, sino que en diferentes tramos se reduce dicha velocidad.

Cinco palabras clave:

- Seguridad
- Confort
- Tiempo
- Promover
- Impulsar

2. **ABSTRACT**

As the name itself suggest, this degree Project researches the execution of a bypass of the existing section of the conventional line of P.K. Teruel-Valencia 11+000 to P.K. 16+000, existing in the municipality of Calamocha.

The problem is due to a instability of the embankment of this line in the P.K. 13+000 to P.K. 14+000, in the which there is an annually huge expending.

For this reason, this project approaches a bypass of this section. At the same time, it will increase the security, speed and comfort of this line.

By means of the programme ISTRAM/ISPOL, it has studied which would be the best alternative to construct this line. It has carried out the appropriate calculation according to the regulations in force. Moreover, it has displayed graphically the solution.

It has been obtained a new layout of the section, which observes the regulation. It hasn't been achieved to provided a speed line of 200 km/h, but in some sections this speed is reduced.

Key term:

- Security
- Comfort
- Time
- To promote
- To boost

3. INTRODUCCIÓN

La realización de este TFG ha sido motivada por las ganas y deseo de que la línea convencional ferroviaria Teruel-Valencia pueda tener un futuro mucho mejor y que no caiga en decadencia, pudiendo así con esta línea mejorar el transporte ferroviario tanto de viajeros como de mercancías con la que unir el norte y este de la península, mediante un transporte seguro y de calidad que pueda competir con la actual autovía A-23.

Mejorando esta línea no solo obtendremos un servicio más de transporte, a parte de la autovía, con tiempos de recorrido mucho más cortos que los actuales sino que todo esto conllevará a un aporte socioeconómico necesario para la provincia de Teruel.

Más aportaciones que daría esta línea:

- Economizaría los transportes de mercancías que hoy en día tiene que pasar por Barcelona para unir el norte y este de la península.
- Reduciría la aportación de contaminación, ya que ahora todos los transportes de mercancías se realizan por carretera, entre estas poblaciones.
- Seguridad y confort al transporte de viajeros, reduciendo las siniestralidades que se producen por carretera.

El TFG se ha estructurado en 5 partes:

- Memoria y anejos: en estos documentos se reflejara la información obtenida sobre la situación actual de la línea y el motivo por el cual se realiza esta variante, así como, los cálculos y materiales necesarios para llevar a cabo el proyecto.
- Planos: Representación grafica de los cálculos e infraestructuras que se le realizaran a la vía y que viene definido y descrito en la memoria y anejos.
- Pliego de prescripciones técnicas: aquí se detallara la normativa a seguir por los trabajos que se encomiendan en el TFG para guiar durante su ejecución.
- Presupuesto: Obtención del presupuesto necesario que alcanzaría la obra para la realización de la variante del tramo que se estudia en el TFG.

4. RESÚMENES DE LOS ANEJOS

4.1. ANTECEDENTES

La línea ferroviaria que une Zaragoza-Teruel-Valencia es una línea convencional sin electrificar, de ancho ibérico, se encuentra en total deterioro y hoy en día no cumpliría la normativa actual en vigor.

Esto es debido a la mínima o nula inversión que percibe esta línea y por la cual la circulación tanto de viajeros como de mercancías es prácticamente inexistente, por ello las velocidades a las que debe circular en diferentes tramos son de 30 km/h, conllevando a un aumento de tiempo de recorrido que hace que el desplazamiento elegido, que une las ciudades de Zaragoza y Valencia, sea el turismo por la Autovía Mudéjar A-23.

Por lo que la unión entre el norte de la península y el levante es inexistente ferroviariamente.

4.2. SITUACIÓN ACTUAL

En este trabajo fin de grado se va a tratar la deformación constante que sufre la línea convencional ferroviaria Teruel-Valencia del P.K. 13+000 al P.K. 14+000, situado en el municipio de Navarrete del Rio pedanía de Calamocha, en la cual se invierte anualmente para su mantenimiento.

4.3. OBJETO DEL PROYECTO

Se ha decidido hacer una variante al tramo descrito que abarque desde el P.K. 11+000 hasta el P.K. 16+000.

Ampliando el campo de actuación se conseguirá mejorar la vía según la normativa vigente, así como, garantizar la seguridad, comodidad y ahorrar en el mantenimiento constante que se realiza en el tramo nombrado.

4.4. JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA

Para poder seguir con la continuidad de la línea convencional ferroviaria, pocas son las opciones que se podía llevar a cabo para la variante de tramo que se estudia.

Ya que se trata de un tramo de aproximadamente 5 kilómetros en el cual se encuentra también un tramo de la autovía mudéjar, la única solución admisible que cumpla la normativa de ADIF, es la descrita en este trabajo fin de grado.

Esta solución discurre paralelamente a la autovía, al oeste de esta.

4.5. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

4.5.1. *Descripción general*

La variante del tramo ferroviario entre P.K. 11+000 y P.K. 16+000 solventara los problemas actuales que sufre el tramo actual entre el P.K. 13+000 y P.K. 14+000.

El tramo de estudio consta de aproximadamente 5 kilómetros de vía única con sección al aire libre, sobre balasto.

El radio mínimo alcanzado es de 1000 metros y la pendiente no alcanza valores superiores al 3%.

En cuanto al diseño general del trazado en alzado, solo se ha creído conveniente el diseño de un acuerdo vertical.

4.5.2. *Cartografía y topografía*

Con la cartografía que en este trabajo se cuenta son los planos descargables a través de la plataforma IDEAragon a escala 1:5000 con el sistema de coordenadas UTM ETRS89 Huso 30.

Los trabajos de topografía en los que se ha basado son sobre la base de referencia siguiente:

- Mapa geológico de España (escala 1:50000) editado por el Instituto Geológico y Minero de España. Hoja 491: Calamocha
- Mapa hidrogeológico de España (escala 1:200000) editado por el Instituto Geológico y Minero de España. Hoja 40: Daroca.

4.5.3. *Geología e hidrogeología*

El objetivo fundamental de los trabajos realizados es la definición y evaluación de los condicionantes geológicos que afectan al trazado y que a su vez permitirán detallar taludes de desmonte y terraplenes, aprovechamiento de materiales procedentes de la traza, pendientes de los rellenos, asientos, y cimentación de posibles estructuras.

El estudio realizado tiene el objetivo general del análisis geológico del trazado del proyecto de Construcción, siempre enfocado a su utilidad dentro de los estudios geotécnicos. De forma más específica, los objetivos perseguidos han sido:

- Establecer las características geológicas generales del trazado, incluyendo la caracterización geológica del terreno atravesado por el trazado.
- Delimitar y caracterizar las unidades geológicas a lo largo de la traza.
- Establecer las características de los suelos: naturaleza y litología, espesor,...
- Indicar las zonas inestables: espesor, naturaleza y condiciones de estabilidad.
- Determinar las condiciones hidrológicas: cursos de agua, manantiales, pozos, etc.
- Redactar el informe final correspondiente.

4.5.3.1. Geología

El área de estudio pertenece a la cuenca terciaria de Calatayud-Teruel, que separa las ramas aragonesa y castellana de la Cordillera Ibérica. Esta cuenca tiene dirección NO-SE, se apoya sobre materiales paleozoicos y mesozoicos plegados y esta rellena por sedimentos continentales terrígenos, carbonatados y evaporíticos del Neógeno, en disposición horizontal o suavemente deformados y basculados. Fallas recientes, también en dirección NO-SE, han dado lugar a la fosa del Jiloca, que esta rellena por sedimentos pliocenos y cuaternarios.

4.5.3.2. Hidrogeología

Se puede decir que la mayor parte de los terrenos atravesados por la traza son arcillosos, es decir poco permeables, de manera que la circulación de aguas predominante es superficial y se vierte a barrancos que funcionan en régimen de rambla.

4.5.4. Climatología

Para la caracterización climática se ha hecho uso de los datos tanto de la estación meteorológica de Daroca, que contiene un registro de datos comprendido entre los años 1981-2010. Así como de la estación meteorológica de Calamocha, que contiene un registro de datos comprendido entre los años 2003-2012 con intervalos de tiempo incompletos.

La región climática correspondiente al área de estudio (clasificación del atlas climático ibérico de España, Ministerio de medio ambiente y medio rural y marino), atendiendo a la regionalización climática de Köppen realizada en ese mismo atlas, se clasifica como clima templado sin estación seca con verano templado.

La caracterización climática de Papadakis recogida en el documento "Caracterización de las comarcas agrarias de España" del ministerio de medio ambiente y medio rural y marino, lo definen como clima continental de precipitaciones escasas, de veranos calurosos y un invierno muy frío.

A modo resumen se observa que la temperatura máxima, media y mínima que ha alcanzado Calamocha en los periodos nombrados han sido respectivamente de 18,9-11,9-4,9.

Alcanzando máximas de 31 °C en el mes de julio y mínimas de -4 °C en el mes de diciembre.

Los meses de mayor precipitación son mayo y junio.

4.5.5. Trazado y replanteo

Se lleva a cabo la definición geométrica del eje proyectado tanto en planta como en alzado de la variante del tramo Teruel-Valencia entre P.K. 11+000 y 16+000.

El trazado se ha diseñado para una velocidad máxima de 200 km/h. La topografía de la zona por donde se ha tenido que llevar el tramo no permitía aumentar la velocidad de proyecto.

4.5.5.1. Trazado en planta

La variante del tramo propuesto está compuesto por:

recta – clotoide – curva – clotoide – recta – clotoide – curva – clotoide – recta

Debido a la topografía del terreno se ha creído conveniente la realización de un túnel entre el P.K. 11+740 y el P.K. 13+009, así como un viaducto del P.K. 13+225 al P.K. 15+080, para salvar el Embalse de Lechago.

Resúmenes de los anejos

Los parámetros adoptados para realización del trazado en planta se observan en el Anejo 5 (Trazado y replanteo)

4.5.5.2. Trazado en alzado

El trazado del nuevo tramo de ferrocarril de cercanías se ha diseñado según las siguientes indicaciones:

- El alzado está referido al eje de la vía.
- La inclinación a lo largo del trazado es de 3‰
- No se establece ninguna limitación a la longitud de las alineaciones verticales.
- Los radios de curvatura en transición verticales recomendables para el tramo estaría entre 20000-24200. Se cree conveniente crear un acuerdo vertical en el P.K. 11+485, donde se crea la unión del nuevo trazado con la unión del trazado ya existente que se realiza por túnel.

4.5.6. Replanteo

Se obtienen los listados del replanteo que vienen en el Anejo 5 (trazado y replanteo) correspondiente.

4.6. MOVIMIENTO DE TIERRAS

EL objeto del presente anejo es el de cuantificar los volúmenes totales de excavación de tierra vegetal, excavación en desmonte, excavación en túneles, rellenos de terraplén, capa de forma, subbalasto y balasto deducidos de las mediciones de los perfiles transversales de cada uno de los ejes que componen las distintas alternativas analizadas en este Estudio.

Mediante el programa ISTRAM/ISPOL se han generados los diferentes perfiles transversales, utilizados en el cálculo para la obtención de los volúmenes parciales y acumulados de los diferentes componentes de tierra.

En el correspondiente anejo se detalla el listado de los diferentes volúmenes de excavación.

4.7. HIDROLOGÍA Y DRENAJE

4.7.1. Introducción

Con el estudio de hidrología se determina el caudal que se deberá tener en cuenta para dimensionar los elementos de recogida y evacuación.

La normativa por la que se guiara para realizar este apartado es:

- La Instrucción de carreteras 5.2 "Drenaje Superficial"
- "Maximas lluvias diarias en la España peninsular"

4.7.2. Fases

Las fases para el estudio de este apartado serian las siguientes:

- Delimitación y determinación de la superficie de la cuenca interceptada
- Estudio de las características de esorrentía de la cuenca
- Determinación de la precipitación máxima probable diaria
- Aplicación de las formulas de obtención del caudal de diseño que aparece en la normativa mencionada anteriormente

4.7.3. Drenaje transversal

Se han determinado 4 cuencas, además del curso del rio Pancrudo, que queda atravesado por el viaducto del proyecto.

A través de las formulas que se deben aplicar según la normativa 5.2, antes mencionada, se obtendrá el caudal de diseño de las cuencas para posteriormente calcular el número de obras transversales necesarias para poder evacuar ese caudal.

Las áreas de las 4 cuencas identificadas en el proyecto son:

CUENCAS	AREAS (m ²)
1	42126,637
2	17649,939
3	10624,7
4	24040,536

Así como las longitudes de los máximos recorridos que haría una gota en cada una de las cuencas:

CUENCAS	LONGITUD (m)
1	424,218
2	259,63
3	157,647
4	417,989

4.7.4. Drenaje longitudinal

Se determinara el caudal que se recoge en las cunetas longitudinales que se colocarían a ambos lados de la vía en desmonte. Los elementos que aportan caudal a las cunetas son:

- Taludes de desmonte
- Margen de las vías
- Plataforma de vía

Con ello se obtendrá el caudal de diseño que recogerán las cunetas y se podrá determinar el tamaño de estas.

4.8. ESTRUCTURAS

En este trabajo fin de grado se ha creído conveniente la construcción de un viaducto entre el P.K. 13+225 y P.K. 15+080 del tramo que se estudia, para salvaguardar el Embalse de Lechago.

En este trabajo fin de grado no es de su competencia el cálculo de dicha estructura.

4.9. TÚNELES

En este trabajo fin de grado se ha creído conveniente la construcción de un viaducto entre el P.K. 11+740 y P.K. 13+009 del tramo que se estudia, debido a la topografía del terreno estudiado.

En este trabajo fin de grado no es de su competencia el cálculo de dicho túnel.

4.10. PLATAFORMA Y SUPERESTRUCTURA

4.10.1. Introducción

La plataforma y la superestructura juegan un papel fundamental para garantizar un adecuado comportamiento del sistema durante su explotación en el rango de las velocidades a largo plazo.

4.10.2. Tipologías de superestructura

Las diferentes tipologías que se plantean para el tramo que se realiza en este trabajo fin de grado es:

- Vía sobre balasto empleada en las obras de tierra
- Vía sobre balasto empleada en el túnel que se proyecta
- Vía sobre balasto empleada en el viaducto que se plantea

4.10.3. Trafico de diseño

A través de la norma "N.R.V. 2-1-0.1" se puede definir el tipo de tráfico que se espera en la línea y calcularlo como en la norma estipula, pudiendo diferenciar entre estas categorías de tráfico:

Grupo 1	$T_{12} > 120.000$
Grupo 2	$120.000 > T_{12} > 85.000$
Grupo 3	$85.000 > T_{12} > 50.000$
Grupo 4	$50.000 > T_{12} > 28.000$
Grupo 5	$28.000 > T_{12} > 14.000$
Grupo 6	$14.000 > T_{12} > 7.000$
Grupo 7	$7.000 > T_{12} > 3.500$
Grupo 8	$3.500 > T_{12} > 1.500$
Grupo 9	$1.500 > T_{12}$

El tráfico diario estimado de este tramo está compuesto por las circulaciones siguientes, considerando los dos sentidos de circulación:

Resúmenes de los anejos

- Nº de servicios de media distancia: 6
- Nº de servicios regionales: 2
- Nº de servicios de mercancías: 3

El tipo de material móvil que se estima que compondrá la oferta es el siguiente:

- Media distancia: Actualmente se opera con las series de automotores eléctricos 449 y 599 fabricados por CAF, de 98,06 y 75,93 m respectivamente.
- Regionales: Actualmente se opera con serie 596 de 24,26 m de longitud.
- Mercancías: se supone una longitud básica de tren de 750 m.

4.10.4. Superestructura

La superestructura sobre balasto, queda conformada por los siguientes elementos:

- Balasto
- Traviesas
- Carril
- Sujeciones y elementos de unión

Balasto

El espesor del balasto será el que garantice de manera conjunta e integrada las siguientes funciones primordiales:

- Amortiguar las acciones que ejercen los vehículos sobre la vía al transmitirlas a la plataforma.
- Repartir uniformemente estas acciones sobre dicha plataforma.
- Impedir el desplazamiento de la vía estabilizándola en dirección vertical, longitudinal y transversal.
- Facilitar la evacuación de las aguas.
- Proteger los suelos de la plataforma contra la acción de las heladas.
- Establecer un aislamiento eléctrico entre los carriles.
- Permitir la recuperación de la geometría de la vía mediante operaciones de alineación y nivelación.

- Optimizar unas adecuadas condiciones de rodadura y confort, considerando asimismo los factores de mantenimiento y conservación de la vía.

Con conocimiento de tipo de tráfico que tenemos de la línea ferroviaria y con la norma NRV 2101, se determinara el espesor que deberá tener nuestro tramo.

Traviesas

Se cree conveniente la utilización de traviesas monobloque de hormigón pretensado de ancho de vía UIC e ibérico PR-01. Con este tipo de traviesas se quiere conseguir:

Servir de soporte a los carriles asegurando su separación e inclinación.

- Repartir sobre el balasto las cargas verticales y horizontales transmitidas por los carriles.
- Conseguir y mantener la estabilidad de la vía, en los planos horizontal y vertical, frente a los esfuerzos estáticos del peso propio, los dinámicos debidos al paso de los trenes y los procedentes de las variaciones de temperatura.
- Mantener, si es posible por sí misma, el aislamiento eléctrico entre los dos hilos del carril cuando la línea posea circuitos de señalización.
- Ofrecer características aislantes para que las corrientes parásitas, procedentes de la electrificación, no perjudiquen las instalaciones situadas en el entorno de la vía.

Carril

El tipo de carril que se colocara es 60 E1 que se colocaran en barras largas de 270 m soldadas mediante soldadura aluminotermica.

Sujeciones y elementos de unión

Para las traviesas PR-01, mencionadas en apartados anteriores, la sujeción recomendada es AV1 compuesto por Clip SKL-1, tirafondo AV-1, vaina antigiro extraíble, placa elástica de asiento PAE de 7 mm de espesor, placas acodadas ligeras A2.

4.10.5. Secciones tipo

Las secciones tipo que se acontecen en este proyecto serán:

Resúmenes de los anejos

- Sección tipo obra de tierra
- Sección tipo para túneles y viaducto

Pero al no ser competencia de este trabajo el cálculo del túnel, así como, del viaducto, no se ha obtenido sección tipo propuesta.

4.11. GESTIÓN DE RESIDUOS

4.11.1. Introducción

La gestión de los residuos de construcción y demolición (RCD) se enmarca en esta legislación general, pero cuenta con:

- Un desarrollo específico derivado de las propias características de las actividades que los generan y de su inclusión en el programa de flujos de residuos prioritarios europeos.
- Una relación con regulaciones específicas sobre residuos especiales que también se generan en las actividades de construcción, demolición y reforma-mantenimiento: residuos radiactivos, residuos tóxicos y peligrosos, residuos voluminosos, residuos de envases y embalaje, etc.
- En el caso de los residuos tóxicos y peligrosos, y debido a su incidencia sobre los propios operarios en las obras, pueden estar sujetos igualmente a la legislación sobre salud y riesgos laborales.

4.11.2. Identificación de residuos generados

Todos los posibles residuos generados en la obra, se han codificado atendiendo a la Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos, según la Lista Europea de Residuos (LER) aprobada por la Decisión 2014/955/UE, dando lugar a los siguientes grupos:

A.1.: RCDs Nivel II				
		Tn	d	V
Evaluación teórica del peso por tipología de RDC		Toneladas de cada tipo de RDC	Densidad tipo (entre 1,5 y 0,5)	m ³ Volumen de Residuos
1. TIERRAS Y PÉTROS DE LA EXCAVACIÓN				
Tierras y pétreos procedentes de la excavación estimados directamente desde los datos de proyecto		65385.59	1.50	43590.39

A.2.: RCDs Nivel II				
	%	Tn	d	V
Evaluación teórica del peso por tipología de RDC	% de peso	Toneladas de cada tipo de RDC	Densidad tipo (entre 1,5 y 0,5)	m³ Volumen de Residuos
RCD: Naturaleza no pétreo				
1. Asfalto	0.050	0.00	1.30	0.00
2. Madera	0.040	173.59	0.60	289.32
3. Metales	0.025	108.49	1.50	72.33
4. Papel	0.003	13.02	0.90	14.47
5. Plástico	0.015	65.10	0.90	72.33
6. Vidrio	0.005	21.70	1.50	14.47
7. Yeso	0.002	0.00	1.20	0.00
TOTAL estimación	0.140	607.57		462.91
RCD: Naturaleza pétreo				
1. Arena Grava y otros áridos	0.040	173.59	1.50	115.73
2. Hormigón	0.120	520.77	1.50	347.18
3. Ladrillos , azulejos y otros cerámicos	0.540	0.00	1.50	0.00
4. Piedra	0.050	0.00	1.50	0.00
TOTAL estimación	0.750	3,254.83		462.91
RCD: Potencialmente peligrosos y otros				
1. Basuras	0.070	303.78	0.90	337.54
2. Potencialmente peligrosos y otros	0.040	0.00	0.50	0.00
TOTAL estimación	0.110	477.38		337.54

4.11.3. Medidas para la prevención de residuos

Las alternativas de gestión son muy variadas, pero siempre se ajustaran a la siguiente jerarquía:

1. Minimización de los usos de recursos necesarios.
2. Minimización de la producción de residuos de cada proceso.
3. Reutilización de materiales. En este caso es prioritaria la reutilización de materiales en la propia obra que en una actividad externa.
4. Reciclaje de materiales. Igualmente es prioritario el reciclaje dentro de la obra.
5. Valoración energética. Únicamente fuera de la obra, en plantas de tratamiento autorizadas.
6. Vertederos. Es preferible utilizar uno solo, antes que muchos dispersos.

Resúmenes de los anejos

Como criterio particular se adoptarán las siguientes medidas para la prevención de los residuos generados en la obra:

- La excavación se ajustará a las dimensiones específicas del proyecto, atendiendo a las cotas de los planos de cimentación, hasta la profundidad indicada en el mismo que coincidirá con el Estudio Geotécnico correspondiente con el visto bueno de la Dirección Facultativa. En el caso de que existan lodos de drenaje, se acotará la extensión de las bolsas de los mismos.
- Se evitará en lo posible la producción de residuos de naturaleza pétreo (bolos, grava, arena, etc.), pactando con el proveedor la devolución del material que no se utilice en la obra.
- Todos los elementos de madera se replantearán junto con el oficial de carpintería, con el fin de optimizar la solución, minimizar su consumo y generar el menor volumen de residuos.
- El suministro de los elementos metálicos y sus aleaciones, se realizará con las cantidades mínimas y estrictamente necesarias para la ejecución de la fase de la obra correspondiente, evitándose cualquier trabajo dentro de la obra, a excepción del montaje de los correspondientes kits prefabricados.
- Se solicitará de forma expresa a los proveedores que el suministro en obra se realice con la menor cantidad de embalaje posible, renunciando a los aspectos publicitarios, decorativos y superfluos.

4.11.4. Operaciones de reutilización, valorización o eliminación

A.1.: RCDs Nivel I

1. TIERRAS Y PÉTROS DE LA EXCAVACIÓN			Tratamiento	Destino
x	17 05 04	Tierras y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03	Sin tratamiento esp.	Restauración / Vertedero
	17 05 06	Lodos de drenaje distintos de los especificados en el código 17 05 06	Sin tratamiento esp.	Restauración / Vertedero
	17 05 08	Balasto de vías férreas distinto del especificado en el código 17 05 07	Sin tratamiento esp.	Restauración / Vertedero

A.2.: RCDs Nivel II

RCD: Naturaleza no pétreo

Tratamiento	Destino
--------------------	----------------

Resúmenes de los anejos

1. Asfalto			
	17 03 02	Mezclas bituminosas distintas a las del código 17 03 01	Reciclado Planta de reciclaje RCD
2. Madera			
x	17 02 01	Madera	Reciclado Gestor autorizado RNPs
3. Metales			
	17 04 01	Cobre, bronce, latón	Reciclado
	17 04 02	Aluminio	Reciclado
	17 04 03	Plomo	
	17 04 04	Zinc	
x	17 04 05	Hierro y Acero	Reciclado
	17 04 06	Estaño	
	17 04 06	Metales mezclados	Reciclado
	17 04 11	Cables distintos de los especificados en el código 17 04 10	Reciclado
4. Papel			
x	20 01 01	Papel	Reciclado Gestor autorizado RNPs
5. Plástico			
x	17 02 03	Plástico	Reciclado Gestor autorizado RNPs
6. Vidrio			
X	17 02 02	Vidrio	Reciclado Gestor autorizado RNPs
7. Yeso			
	17 08 02	Materiales de construcción a partir de yeso distintos a los del código 17 08 01	Reciclado Gestor autorizado RNPs

RCD: Naturaleza pétreo		Tratamiento	Destino
1. Arena Grava y otros áridos			
	01 04 08	Residuos de grava y rocas trituradas distintos de los mencionados en el código 01 04 07	Reciclado Planta de reciclaje RCD
	01 04 09	Residuos de arena y arcilla	Reciclado Planta de reciclaje RCD
2. Hormigón			
x	17 01 01	Hormigón	Reciclado / Vertedero Planta de reciclaje RCD
3. Ladrillos , azulejos y otros cerámicos			
	17 01 02	Ladrillos	Reciclado Planta de reciclaje RCD

Resúmenes de los anejos

17 01 03	Tejas y materiales cerámicos	Reciclado	Planta de reciclaje RCD
17 01 07	Mezclas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos distintas de las especificadas en el código 17 01 06.	Reciclado / Vertedero	Planta de reciclaje RCD

4. Piedra

17 09 04	RDCs mezclados distintos a los de los códigos 17 09 01, 02 y 03	Reciclado	
----------	---	-----------	--

RCD: Potencialmente peligrosos y otros

Tratamiento

Destino

1. Basuras

x	20 02 01	Residuos biodegradables	Reciclado / Vertedero	Planta de reciclaje RSU
	20 03 01	Mezcla de residuos municipales	Reciclado / Vertedero	Planta de reciclaje RSU

4.11.5. Medidas para la separación de los residuos

Se deberán separar los residuos cuando superen en cantidad las siguientes cantidades:

	NORMATIVA
Hormigón	80 t
Ladrillos, tejas, cerámicos	40 t
Metal	2 t
Madera	1 t
Vidrio	1 t
Plástico	0.5 t
Papel y cartón	0.5 t

La separación en fracciones se llevará a cabo preferentemente por el poseedor de los residuos de la obra en que se produzcan. Cuando por falta de espacio físico en la obra no resulte técnicamente viable efectuar dicha separación en origen, el poseedor podrá encomendar la separación de fracciones a un gestor de residuos en una instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra.

4.11.6. Valoración del coste

El coste previsto para la manipulación y el transporte de los residuos de construcción y demolición de la obra descrita en el presente proyecto está incluido en cada uno de los costes de las unidades y partidas de obra, al haberse considerado dentro de los costes indirectos de éstas.

No obstante, en el Presupuesto del Proyecto se ha incluido un capítulo independiente, en el que se valora el coste previsto para la gestión de esos mismos residuos dentro de la obra, entendiendo como tal gestión a la elaboración del Plan de gestión de los RCDs, su discriminación para impedir la mezcla de residuos de distinto tipo, el almacenamiento y mantenimiento de los mismos en condiciones adecuadas de higiene y seguridad, y su posterior valorización y/o entrega de los RCDs al Gestor de residuos de construcción y demolición contratado para desarrollar esa función.

4.12. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

Se realiza este apartado con el hecho de servir como base para la confección de los precios unitarios de las unidades de obra no incluidas en el cuadro de precios nº 1 y que resultase preciso realizar durante el curso de las obras.

Los precios unitarios considerados en el documento presupuesto del proyecto, se han deducido a partir de los precios simples de mano de obra, de maquinaria y de materiales, los cuales se consideran adecuados, actualizados y veraces para el volumen de la obra y zona en la que se desarrolla.

Los precios auxiliares se han obtenido considerando dichos precios simples y la aportación de los diferentes elementos productivos que intervienen en la composición de la unidad a la que su descripción hace referencia.

4.12.1. Justificación de precios de los materiales

En el anejo correspondiente "Anejo 13 (Justificación de precios)" se adjunta la relación de todos los materiales empleados en obra.

4.12.2. Justificación de precios de mano de obra

Se han tenido en cuenta las indicaciones de las Normas Complementarias del Reglamento General de Contratación del Estado.

En el cálculo del Coste de la Mano de Obra empleada en las unidades se ha tenido en cuenta los conceptos salariales y extrasalariales que figuran en el Convenio colectivo de industrias de la Construcción y Obras Públicas de Teruel, publicado el 20/7/2015 en el B.O.P. de Teruel, ya que las obras se desarrollan en esta provincia.

Los costes horarios de cada categoría se han calculado a partir del coste anual de cada una de ellas, y del número de horas reales trabajadas, que son las que figuran en el convenio menos el nº de horas perdidas. Se han tenido en cuenta diversos pluses como son el de carencia de incentivos, asistencia, transporte, plus extrasalarial y dietas. En cuanto al número de horas trabajadas, serán de 1.738 para el año 2015.

En el anejo correspondiente viene reflejado el coste de mano de obra

4.12.3. Justificación de precios de maquinaria

Para determinar los costes de maquinaria se utilizan los criterios del "Manual de Costes de Maquinaria de Construcción" de la comisión de maquinaria del SEOPAN en su edición de Enero de 2005, que indican los costes intrínsecos de los diferentes tipos de máquinas, y actualizando los valores de adquisición de la maquinaria al año 2015.

Una parte del coste complementario lo constituye el personal encargado de la máquina. Se ha realizado la hipótesis de asimilar el maquinista a un oficial 1ª. Cuando se considere que la máquina lleve más personal asociado se ha hecho constar en la justificación de su coste horario.

La otra parte del coste complementario corresponde al gasto de combustible. El consumo de combustible se ha dividido en principal y secundario. El principal correspondería a gasóleo, gasolina y energía eléctrica y el secundario a los materiales y accesorios de lubricación y que se estima como un porcentaje del principal.

En el anejo correspondiente se detalla este tipo de coste.

4.12.4. Otros costes

Se determinarán los costes indirectos siguiendo las indicaciones de las Normas Complementarias del Reglamento General de Construcción.

En el anejo correspondiente a este apartado se incluirá una relación de precios auxiliares, así como los precios descompuestos.

5. RESUMEN DE LOS RESTANTES DOCUMENTOS

5.1. PLANOS

En los planos se representa gráficamente todo lo relativo a la variante del tramo estudiado en este trabajo fin de grado. Aquí queda reflejado todo aquello que recogen los anejos. Los planos que se han realizado son los siguientes:

1. Índice de planos
2. Plano de situación
3. Plano conjunto
4. Plantas y perfiles longitudinales
5. Secciones tipo
6. Perfiles transversales
7. Drenaje
 - a. Planta de drenaje
 - b. Plano de detalle

5.2. PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES

En este documento se define las características, condiciones y criterio previos a tener en cuenta en la ejecución de los trabajos que se vayan a realizar según la obra prevista.

En el pliego están previstos los siguientes apartados:

CAPITULO I: PRESCRIPCIONES Y DISPOSICIONES GENERALES

1.1. PRESCRIPCIONES TÉCNICAS GENERALES

1.1.1. Artículo 1.1.1 Obras a las que se aplicara este Pliego de Prescripciones Técnicas

Resumen de los restantes documentos

1.1.2. Artículo I.1.2. Normas para la realización de trabajos con maquinaria para obras

1.1.3. Artículo I.1.3. Materiales, piezas y equipos en general

1.1.4. Artículo I.1.4. Protección de la calidad de las aguas y sistemas de depuración primaria

1.1.5. Artículo I.1.5. Tratamiento y gestión de residuos

1.1.6. Artículo I.1.6. Desarrollo de la Vigilancia Ambiental

1.1.7. Artículo I.1.7. Afección por ruidos y vibraciones

1.1.8. Artículo I.1.8. Medidas preventivas contra incendios en las obras

1.1.9. Artículo I.1.9. Suelos estabilizados in-situ

1.2. MARCO NORMATIVO

1.2.1. Artículo I.2.1. Normas Administrativas

1.2.2. Artículo I.2.2. Normativa Técnicas

1.2.3. Artículo I.2.3. Cumplimiento de la normativa vigente

1.2.4. Artículo I.2.4. Prelación entre normativas

1.2.5. Artículo I.2.5. Relaciones entre los documentos del Proyecto

1.3. DISPOSICIONES GENERALES

1.3.1. Artículo I.3.1. Disposiciones que además de la Legislación General regirán durante la vigencia del Contrato

1.3.2. Artículo I.3.2. Director de las Obras

1.3.3. Artículo I.3.3. Personal del Contratista

1.3.4. Artículo I.3.4. Órdenes al Contratista

1.3.5. Artículo I.3.5. Contradicciones, omisiones y modificaciones del Proyecto

1.3.6. Artículo I.3.6. Cumplimiento de Ordenanzas y Normativas vigentes

1.3.7. Artículo I.3.7. Plan de Obra y orden de ejecución de los trabajos

1.3.8. Artículo I.3.8. Plan de la Calidad

1.3.9. Artículo I.3.9. Ensayos y análisis de los materiales y unidades de obra

1.3.10. Artículo I.3.10. Plazo de ejecución de las obras

1.3.11. Artículo I.3.11. Precauciones a adoptar durante la ejecución de las obras

- 1.3.12. Artículo I.3.12. Replanteo final*
- 1.3.13. Artículo I.3.13. Terrenos disponibles para la ejecución de los trabajos.*
- 1.3.14. Artículo I.3.14. Acceso a las obras*
- 1.3.15. Artículo I.3.15. Explosivos y equipos para explosivos*
- 1.3.16. Artículo I.3.16. Equipos, maquinaria y medios auxiliares a aportar*
- 1.3.17. Artículo I.3.17. Plan de seguridad y salud*
- 1.3.18. Artículo I.3.18. Vigilancia de las obras*
- 1.3.19. Artículo I.3.19. Subcontratos*
- 1.3.20. Artículo I.3.20. Planos de instalaciones afectadas*
- 1.3.21. Artículo I.3.21. Reposiciones*
- 1.3.22. Artículo I.3.22. Cortes geológicos del terreno*
- 1.3.23. Artículo I.3.23. Trabajos varios*
- 1.3.24. Artículo I.3.24. Ensayos y reconocimientos durante la ejecución de las obras*
- 1.3.25. Artículo I.3.25. Cubicación y valoración de las obras*
- 1.3.26. Artículo I.3.26. Casos de rescisión*
- 1.3.27. Artículo I.3.27. Condiciones para fijar precios contradictorios en obras no previstas*
- 1.3.28. Artículo I.3.28. Construcciones auxiliares y provisionales*
- 1.3.29. Artículo I.3.29. Recepción de la obra y plazo de garantía*
- 1.3.30. Artículo I.3.30. Reglamentación y accidentes del trabajo*
- 1.3.31. Artículo I.3.31. Responsabilidades y obligaciones generales del Contratista*
- 1.3.32. Artículo I.3.32. Revisión de precios*
- 1.3.33. Artículo I.3.33. Abonos al Contratista*
- 1.3.34. Artículo I.3.34. Obligaciones del contratista en orden a no perturbar el normal funcionamiento del servicio ferroviario*

Resumen de los restantes documentos

1.3.35. Artículo I.3.35. Obligaciones del contratista y de su personal de cumplir, en cuanto le fuere de aplicación, las disposiciones legales vigentes, instrucciones generales e instrucciones técnicas y/o facultativas vigentes en ADIF

1.3.36. Artículo I.3.36. Compatibilidad de las obras con la explotación ferroviaria

CAPITULO II: DESCRIPCION DE LAS OBRAS

2.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL TRAZADO

CAPITULO III: UNIDADES DE OBRA

3.1. OBRAS DE TIERRA

3.1.1. G0101 Despeje y desbroce del terreno

3.1.2. G0102 Excavaciones

3.1.3. G0103 Rellenos

3.1.4. G0104 Capa de forma

3.2. III.2. DRENAJE

3.2.1. G0201 Tubos prefabricados de hormigon

3.2.2. G0202 Arquetas

3.2.3. G0203 Cunetas

3.3. INTEGRACIÓN AMBIENTAL

3.3.1. G0801 Cerramientos metálicos

3.3.2. G0802 Puertas para cerramiento

6. PLAZO DE EJECUCIÓN DE LA OBRA

Para llegar al establecimiento del Plan de Obra con garantías de viabilidad, se han tenido en cuenta las siguientes consideraciones:

- Mediciones de las unidades más significativas por su repercusión en el plazo de ejecución.
- Estudios de rendimientos de los posibles medios a emplear en dichas unidades, contemplando tipos de maquinaria, distancias de transporte, localización de vertederos y préstamos, etc.
- Optimización de procedimientos constructivos asociados a la selección de soluciones.
- Prohibición de ejecución de obras ruidosas entre las veintitrés y las siete horas en el entorno de los núcleos habitados.

La combinación de los distintos aspectos ha dado lugar a un Programa de Trabajos cuyo plazo total se estima en 18 meses, valor razonable en función de las actividades previstas, las características del ámbito de intervención y las singularidades funcionales de la actuación.

La superestructura junto con la estructura y el túnel previsto, dentro del presente proyecto de plataforma, determina el camino crítico y en consecuencia el plazo previsto para la ejecución de los trabajos.

7. CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA

Según se establece en el Reglamento de la Ley de Contratos del Sector Público, actualmente en vigor (16 de noviembre de 2011) y concretamente en el artículo 65, al ser importe de la obra superior a 350.000 €, se exigirá la Clasificación del Contratista. El objeto es establecer los grupos y subgrupos en que deben estar clasificados los Contratistas de obras para que puedan ser adjudicatarios de las obras del presente Proyecto.

Como datos de partida se utilizan los presupuestos parciales y total del Proyecto, así como la legislación vigente relativa a la clasificación de empresas contratistas de obras, incluida en el Real Decreto Legislativo 3/2011, de 14 de noviembre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Contratos del Sector Público

El Presupuesto de Ejecución Material del proyecto asciende a la cantidad de 9.003,911,01 € con un plazo previsto de ejecución de 18 meses.

Se adjunta a continuación las partidas incluidas en este proyecto, la valoración de cada una de ellas, y el porcentaje que representa respecto del Presupuesto de Ejecución Material.

PARTIDA	PRESUPUESTO	%
MOVIMIENTO DE TIERRAS	188981,69 €	2,1 %
DRENAJE	32646,99 €	0,37 %
PLATAFORMA	334718,56 €	3,72 %
SUPERESTRUCTURA	1252800,96 €	13,91
ESTRUCTURAS	2738977,16 €	30,42%
TUNEL	3793066,83 €	42,13%
GESTION DE RESIDUOS	109691,55 €	1,22%
SEGURIDAD Y SALUD	553027,27 €	6,14%

La partida más importante que representa el 42,13% del Presupuesto de Ejecución Material es el TUNEL, con un importe de 3793066,83 €.

8. REVISIÓN DE PRECIOS

Consultando el listado de formulas de revisión aplicables al presente proyecto, la formula que más se ajusta a la tipología de las obras es la "FORMULA 241. Plataformas ferroviarias con túneles y viaductos".

$$Kt = 0,01 \frac{At}{A0} + 0,1 \frac{Ct}{C0} + 0,12 \frac{Et}{E0} + 0,01 \frac{Mt}{M0} + 0,02 \frac{Pt}{P0} + 0,01 \frac{Qt}{Q0} + 0,09 \frac{Rt}{R0} + 0,23 \frac{St}{S0} + 0,01 \frac{Xt}{X0} + 0,4$$

Los materiales básicos y los símbolos que representan sus respectivos índices de precios en dicha fórmula, son los siguientes:

Símbolo	Material
A	Aluminio
C	Cemento
E	Energía
M	Madera
P	Productos plásticos
Q	Productos químicos
R	Áridos y rocas
S	Materiales siderúrgicos
X	Materiales explosivos

9. DOCUMENTOS DEL PROYECTO

El presente documento lo integran los siguientes documentos:

- Documento nº 1: Memoria y anejos.
 - Anejo 1 (Antecedentes)
 - Anejo 2 (Cartografía y topografía)
 - Anejo 3 (Geología e hidrogeología)
 - Anejo 4 (Climatología)
 - Anejo 5 (Trazado y replanteo)
 - Anejo 6 (Movimiento de tierras)
 - Anejo 7 (Hidrología y drenaje)
 - Anejo 8 (Estructuras)
 - Anejo 9 (Túneles)
 - Anejo 10 (Plataforma y superestructura)
 - Anejo 11 (Gestión de residuos)
 - Anejo 12 (Plan de obra)
 - Anejo 13 (Justificación de precios)
- Documento nº 2: Planos.
- Documento nº 3: Pliego de prescripciones técnicas particulares.
- Documento nº 4: Presupuesto.

10. **CONSIDERACIÓN FINAL**

Se hace constar que el presente proyecto se refiere a una obra completa, susceptible de ser entregada al uso general, y por tanto susceptible de utilización o aprovechamiento, por lo que se ha redactado con sujeción al Real Decreto Legislativo 3/2011 de 14 de noviembre por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Contratos del Sector Público (BOE, nº 276 de 16 de Noviembre de 2011) y demás normas y legislación vigentes, y que la solución adoptada está lo suficientemente justificada y por lo tanto se da por concluido y se presenta para su aprobación y tramitación si procede.

11. CONCLUSIONES

Como conclusión a este trabajo fin de grado, los objetivos que se pretendían alcanzar, se han obtenido ya que la alternativa propuesta mejora en comparación con la actual:

- Aumenta la velocidad de proyecto
- Mejora la seguridad de los viajeros/mercancías
- Consigue un mejor confort para los trayectos de viajeros
- Se adapta a la normativa vigente
- Se mejora el acondicionamiento de la vía para futuros posibles cambios
- Trabajos futuros.

Se plantea el cambio del resto de la línea, ampliando la zona de afección para poder darle un diseño de trazado mejor y así poder conseguir que la línea circule a 200 km/h, ya que partes de mi tramo tienen que circular con velocidades inferiores.

12. BIBLIOGRAFÍA

Referencias bibliográficas:

Calendario laboral de la construcción de Teruel 2015

Tabla de retribuciones 2015 del sector de la construcción en Teruel

AEMET Agencia Estatal de Meteorología www.aemet.es

Página oficial de ADIF www.adif.es

IGME Instituto Geológico y Minero de España www.igme.es

IDEAragón: Infraestructura de datos espaciales de Aragón
<http://idearagon.aragon.es/>

Bibliografía:

NRV 2101 Capas de asiento ferroviarias

BPGP Adif 2008: Base de Precios tipo General para los proyectos de Plataforma

Máxima lluvias diarias en la España Peninsular

Instrucción 5.2 de carreteras "Drenaje superficial"

NRV 2110 Drenaje superficial

Apuntes de la asignatura "Construcción de infraestructuras ferroviarias"

Datos aportados, de la situación actual de la línea, por EUPLA

BPGV-2003: Base de precios tipo para los proyectos de vía